

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-209472

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51) Int.Cl.<sup>9</sup>

H 0 1 L 29/866

識別記号

F I

H 0 1 L 29/90

D

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-7118

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月20日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号

(72) 発明者 大石 哲也

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ  
ー株式会社内

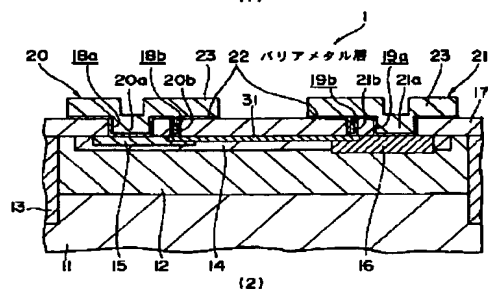
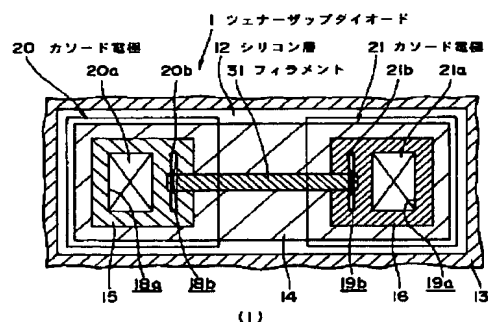
(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

(54) 【発明の名称】 ツェナーザップダイオード

(57) 【要約】

【課題】 電極下層にバリアメタル層を有するツェナーザップダイオードでは、破壊短絡時にバリアメタル層がアルミニウムの拡散を阻害するので、安定したフィラメント形成ができない。そのため、破壊短絡後のON抵抗値がばらつく。

【解決手段】 カソード、アノード電極 20、21 の下層にバリアメタル層 22 を形成したツェナーザップダイオードであり、アノード電極 21、カソード電極 20 のシリコン層 12 に接続する部分が複数に分割されているものである。そしてシリコン層 12 に接続する部分が複数に分割されている電極のうち、逆極性の電極に最も近い電極（小カソード電極 20b、小アノード電極 21b）は、他の同極性の電極（大カソード電極 20a、大アノード電極 21a）よりもシリコン層 12 に接続する部分の面積が小さく形成されている。



本発明の第1実施形態の概略構成図

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電極のアルミニウムとシリコン層のシリコンとを反応させてフィラメントを形成するもので前記電極の下層にバリアメタル層を形成したツェナーザップダイオードにおいて、

前記ツェナーザップダイオードのアノード電極およびカソード電極からなる前記電極のうちの少なくとも一方の電極の前記シリコン層に接続する部分が複数に分割されていることを特徴とするツェナーザップダイオード。

【請求項2】 請求項1記載のツェナーザップダイオードにおいて、

前記シリコン層に接続する部分が複数に分割されている電極のうち、逆極性の電極に最も近い電極は、他の同極性の電極よりも前記シリコン層に接続する部分の面積が小さく形成されていることを特徴とするツェナーザップダイオード。

【請求項3】 請求項1記載のツェナーザップダイオードにおいて、

前記シリコン層に接続する部分が複数に分割されている電極のうち、逆極性の電極に最も近い電極におけるバリアメタル層のカバリッジは、前記ツェナーザップダイオード以外の電極のバリアメタル層のカバリッジよりも悪化させた状態に形成されていることを特徴とするツェナーザップダイオード。

【請求項4】 請求項2記載のツェナーザップダイオードにおいて、

前記シリコン層に接続する部分が複数に分割されている電極のうち、逆極性の電極に最も近い電極におけるバリアメタル層のカバリッジは、前記ツェナーザップダイオード以外の電極のバリアメタル層のカバリッジよりも悪化させた状態に形成されていることを特徴とするツェナーザップダイオード。

【請求項5】 請求項1記載のツェナーザップダイオードにおいて、

前記シリコン層に接続する部分が複数に分割されている電極のうち、逆極性の電極に最も近い電極は、前記シリコン層に接続する部分が逆極性の電極に向かって細くなる形状に形成されていることを特徴とするツェナーザップダイオード。

【請求項6】 請求項2記載のツェナーザップダイオードにおいて、

前記シリコン層に接続する部分が複数に分割されている電極のうち、逆極性の電極に最も近い電極は、前記シリコン層に接続する部分が逆極性の電極に向かって細くなる形状に形成されていることを特徴とするツェナーザップダイオード。

【請求項7】 請求項3記載のツェナーザップダイオードにおいて、

前記シリコン層に接続する部分が複数に分割されている電極のうち、逆極性の電極に最も近い電極は、前記シリ

コン層に接続する部分が逆極性の電極に向かって細くなる形状に形成されていることを特徴とするツェナーザップダイオード。

【請求項8】 請求項4記載のツェナーザップダイオードにおいて、

前記シリコン層に接続する部分が複数に分割されている電極のうち、逆極性の電極に最も近い電極は、前記シリコン層に接続する部分が逆極性の電極に向かって細くなる形状に形成されていることを特徴とするツェナーザップダイオード。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ツェナーザップダイオードに関し、詳しくはバリアメタル層を有するツェナーザップダイオードに関する。

【0002】

【従来の技術】従来のツェナーザップダイオードは、一般的にNPNトランジスタのエミッタ電極をカソード電極とし、ベース電極をアノード電極として構成されている。そしてアノード電極およびカソード電極の各電極開口部の形状（面積）もNPNトランジスタの各電極開口部と同様に形成されている。このような構成では、金属配線はアルミニウムまたはアルミニウム合金を用いていた。そのため、近年の微細化にともなって、NPNトランジスタの特性を劣化させないようにするために、金属配線の下層にはバリアメタル層が採用されている。バリアメタル層としては金属配線のマイグレーションの抑制および素子のコンタクト部分でのアルミニウムとシリコンとの反応を抑制するために酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）のような高融点金属系材料を使用することが一般的である。そして、バリアメタル層のカバリッジが良くなるように、NPNトランジスタの各電極開口部の形状が決定されている。したがって、ツェナーザップダイオードの各電極開口部もNPNトランジスタの各電極開口部と同様に、バリアメタル層のカバリッジが良くなるような形状に形成されることになる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記金属配線の下層にバリアメタル層を形成することは、アルミニウムとシリコンとを反応させてアノード-カソード間を短絡させるツェナーザップダイオードの原理に反する。ツェナーザップダイオードはアノード電極とカソード電極との間に高電界の逆バイアスを印加し、そのときの発熱によってアルミニウムとシリコンとの反応を起こさせて、アノード電極とカソード電極との間のシリコン中にアルミニウムフィラメントを形成する。また、上記各電極の下層にバリアメタル層が使用されている場合、破壊短絡時にはバリアメタル層が破れてアルミニウムがシリコン中に拡散することでアルミニウムフィラメントを形成する。しかしながら、バリアメタル層のカバリッ

ジが良いと破壊短絡時にバリアメタル層が破れ難くなるので、アルミニウムフィラメントの形成が阻害される。そのため、破壊短絡後のON抵抗値がばらつき、安定しないという問題が発生していた。

【0004】また、バリアメタル層のカバリッジを単に悪化させるために電極開口部の面積を小さく形成すると、ツェナーザップダイオードの破壊短絡時には数十mAの大電流が流れるために電極部でアルミニウムまたはアルミニウム合金がエレクトロマイグレーションにより断線に至る。そこでアルミニウムフィラメントを安定的に形成する手段として、破壊短絡時に電界が集中し易い電極形状および拡散層のパターン形状が提唱されているが、バリアメタル層を使用した構成では、バリアメタル層がアルミニウムフィラメントの形成を阻害することには変わりはなく、効果は不十分であった。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するためになされたツェナーザップダイオードである。すなわち、ツェナーザップダイオードは、電極のアルミニウムとシリコン層のシリコンとを反応させてフィラメントを形成するものでこの電極の下層にバリアメタル層を形成したものであり、このツェナーザップダイオードのアノード電極およびカソード電極からなる電極のうちの少なくとも一方の電極のシリコン層に接続する部分が複数に分割されているものである。そしてシリコン層に接続する部分が複数に分割されている電極のうち、逆極性の電極に最も近い電極は、他の同極性の電極よりもシリコン層に接続する部分の面積が小さく形成されているものである。

【0006】上記ツェナーザップダイオードでは、アノード電極およびカソード電極のうちの少なくとも一方の電極のシリコン層に接続する部分が複数に分割されていて、逆極性の電極に最も近い電極は、他の同極性の電極よりもシリコン層に接続する部分の面積が小さく形成されていることから、ツェナーザップダイオードの破壊短絡時にはシリコン層との接続部分の面積が小さい電極に大電流が流れて、バリアメタル層が破れ易くなる。それによって、破壊短絡時にフィラメントが安定して形成されるため、破壊短絡後のON抵抗が安定する。一方、分割されている電極のうちシリコン層との接続部分の面積が大きい電極は破壊短絡時の大電流に耐えうる大きさの面積に形成することが可能になる。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の第1実施形態の一例を、図1の概略構成図によって説明する。この図1では、(1)にレイアウト図を示し、(2)に断面図を示す。なお、図1の(1)は断面図ではないが、見やすくするために、一部の構成部品をハッチングによって区分した。

【0008】図1に示すように、P型の基板(例えばP

型のシリコン基板)11上にはN型のシリコン層(例えばエピタキシャル成長させたシリコン層)12が形成されている。このシリコン層12にはツェナーザップダイオードの形成領域を囲む状態に上記基板11に達する素子分離領域13が形成されている。上記ツェナーザップダイオードの形成領域におけるシリコン層12の上層にはP型のベース層14が形成され、上記ベース層14の一端側の上層にはN<sup>+</sup>型のエミッタ層15が形成されている。またこのベース層14の他端側にはこのベース層14に接続するP<sup>+</sup>型のグラフトベース層16が形成されている。

【0009】そして上記シリコン層12上を覆う状態に絶縁膜17が形成されている。上記エミッタ層15上の上記絶縁膜17には、大面積のカソード開口部18aと小面積のカソード開口部18bが形成されている。このカソード開口部18bはカソード開口部18aよりもアノード側に形成されている。さらに上記グラフトベース層14上の上記絶縁膜17には、大面積のアノード開口部19aと小面積のアノード開口部19bが形成されている。このアノード開口部19bはアノード開口部19aよりもカソード側に形成されている。

【0010】さらに上記絶縁膜17上には、大面積のカソード開口部18aと小面積のカソード開口部18bとを通してエミッタ層15に接続するカソード電極20が形成されている。それとともに、上記大面積のアノード開口部19aと小面積のアノード開口部19bとを通して上記グラフトベース16に接続するアノード電極21が形成されている。すなわち、小面積のカソード開口部18bに小カソード電極20bが形成され、小面積のアノード開口部19bに小アノード電極21bが形成されている。また、大面積のカソード開口部18aに大カソード電極20aが形成され、大面積のアノード開口部19aに大アノード電極21aが形成されている。したがって、アノード電極21およびカソード電極20の両方がシリコン層12に接続する部分で複数に分割されている。

【0011】そして上記カソード電極20およびアノード電極21は、下層にバリアメタル層22を形成したアルミニウム系金属層23で形成されている。このように、ツェナーザップダイオード1が構成されている。

【0012】上記ツェナーザップダイオード1を破壊短絡するためには、アノード電極21とカソード電極20との間に高電界の逆バイアスを印加して、その時の発熱により電極のアルミニウムとベース層14等が形成されているシリコン層12のシリコンとを反応させ、アノード電極21とカソード電極20との間にアルミニウムフィラメント31を形成させる。それによって、アノード電極21とカソード電極20との間が上記アルミニウムフィラメント31によって電氣的に短絡される。

【0013】上記ツェナーザップダイオード1では、大

カソード電極20aの幅と小カソード電極20bの幅を同一に形成し、大アノード電極21aの幅と小アノード電極21bの幅とが同一に形成されているが、図2に示すように、小カソード電極20bの幅wcを大カソード電極20aの幅Wcよりも狭く形成し、小アノード電極21bの幅waを大アノード電極21aの幅Waよりも狭く形成してもよい。

【0014】この場合には、フィラメントの形成方向が小カソード電極20bと小アノード電極21bとの間に限定され易くなる。

【0015】また前記図1によって説明したツェナーザップダイオード1では、アノード電極21およびカソード電極20の両方に小カソード電極20bと小アノード電極21bとが形成されていたが、小カソード電極20bおよび小アノード電極21bのうちの一方のみを形成してもよい。

【0016】例えば図3の(1)に示すように、カソード電極20を大カソード電極20aと小カソード電極20bとで構成し、アノード電極21を一つの電極で構成してもよい。なおこの図3の(1)および(2)以降の図3では、シリコン層12との接続部分のレイアウト図で示す。また、図3の(2)に示すように、カソード電極20を一つの電極で構成し、アノード電極21を大アノード電極21aと小アノード電極21bとで構成してもよい。上記の場合、小カソード電極20bおよび小アノード電極21bは、必ず逆極性の電極側に形成される。このように形成することにより、ツェナーザップダイオードの破壊短絡時に小カソード電極20bと小アノード電極21bとの間におけるシリコン層にフィラメントが形成され易くなる。

【0017】さらには、カソード電極20およびアノード電極21の少なくとも一方または両方におけるシリコン層12に接続する部分を等分割してもよい。例えば図3の(3)に示すように、カソード電極20およびアノード電極21のシリコン層に接続する各部分は、いわゆるマトリックス状に3行3列に形成されていてもよい。この行数および列数は上記値に限定はされない。この場合には、中央列で逆極性の電極に最も近い電極、例えばカソード電極20(20f)およびアノード電極21(21d)は、他の同極性の分割された部分の電極よりもシリコン層に接続する部分の面積が小さく形成されることが重要である。このように形成することにより、ツェナーザップダイオードの破壊短絡時にシリコン層に接続する部分の面積が小さく形成されている電極間にフィラメントが形成され易くなる。

【0018】または、例えば図3の(4)に示すように、カソード電極20およびアノード電極21のシリコン層に接続する各部分は3行1列に形成されていてもよい。この行数は上記値に限定はされない。この場合には、中央列の電極、例えばカソード電極20(20b)

およびアノード電極21(21b)は、他の同極性の分割された部分の電極よりもシリコン層に接続する部分の面積が小さく形成されることが重要である。このように形成することにより、ツェナーザップダイオードの破壊短絡時にシリコン層に接続する部分の面積が小さく形成されている電極間にフィラメントが形成され易くなる。

【0019】上記説明したツェナーザップダイオード1では、アノード電極21およびカソード電極20のうちの少なくとも一方の電極のシリコン層12に接続する部分が複数に分割されていて、逆極性の電極に最も近い電極は、他の同極性の電極よりもシリコン層12に接続する部分の面積が小さく形成されていることから、ツェナーザップダイオード1の破壊短絡時にはシリコン層12との接続部分の面積が小さい電極、ここでは小面積のカソード開口部18bに形成されるカソード電極20(以下、小カソード電極20bという)と小面積のアノード開口部19bに形成されるアノード電極21(以下、小アノード電極21bという)に大電流が流れて、その部分のバリアメタル層22が破れ易くなる。それによって、破壊短絡時にはフィラメント31が安定して形成されるため、破壊短絡後のON抵抗が安定化される。

【0020】一方、分割されている電極のうちシリコン層12との接続部分の面積が大きい電極、ここでは大面積のカソード開口部18aに形成されるカソード電極20(以下、大カソード電極20aという)と大面積のアノード開口部19aに形成されるアノード電極21(以下、大アノード電極21aという)は破壊短絡時の大電流に耐えうる大きさの面積に形成することが可能になる。それによって、破壊短絡時のエレクトロマイグレーションによる電極の断線が防止される。

【0021】また、上記ツェナーザップダイオード1はNPNトランジスタと同様の構成をなしているため、このツェナーザップダイオード1とNPNトランジスタとを同時に製作することは可能である。

【0022】次に本発明の第2実施形態の一例を、図4の電極部の概略構成断面図によって説明する。

【0023】この第2実施形態のツェナーザップダイオードは、前記図1によって説明したツェナーザップダイオード1において、シリコン層12に接続する部分が分割されている電極のうち、逆極性の電極に最も近い電極のバリアメタル層のカバリッジを悪化させたものである。すなわち、図4に示すように、シリコン層12に接続する部分が分割されている電極が例えばカソード電極20であれば、逆極性の電極であるアノード電極21に最も近い小カソード電極20bのバリアメタル層22が、このツェナーザップダイオード1以外の電極(図示省略)のバリアメタル層よりもカバリッジを悪化させた状態に形成されている。

【0024】またシリコン層12に接続する部分が分割されている電極が、例えばアノード電極21であれば、

逆極性の電極であるカソード電極20に最も近い小アノード電極21bのバリアメタル層22が、上記同様に、このツェナーザップダイオード1以外の電極（図示省略）のバリアメタル層よりもカバリッジを悪化させた状態に形成されている。

【0025】通常、バリアメタル層22はスパッタリングによって形成される。そのため、小カソード電極20bおよび小アノード電極21bが形成される小面積のカソード開口部18bおよび小面積のアノード開口部19bの開口径を小さくすることにより、各開口部内に形成されるバリアメタル層22のカバリッジを悪化させることが可能になる。特に各開口部の底部の角に形成されるバリアメタル層22の部分のカバリッジを悪化させることが可能になる。しかも、開口径が小さくなればなるほどその部分のバリアメタル層22のカバリッジを悪化させることができる。その下限は、各開口部にアルミニウム系金属層23の埋め込みが可能な大きさとなる。

【0026】このように、バリアメタル層22のカバリッジを悪化させて小カソード電極20b、小アノード電極21bを形成することにより、破壊短絡時の大電流によって容易に破壊されるバリアメタル層22となる。したがって、上記大電流によってバリアメタル層22が破壊されてフィラメント31を形成することができる小カバリッジ電極20b、小アノード電極21bと、その大電流に耐えうるようなシリコン層との接続面積を有する大カソード電極20a、大アノード電極21aとを両立させて形成することが可能になる。これによって、ツェナーザップダイオード1の破壊短絡時にバリアメタル層22が破れ易くなるので、フィラメント（図示省略）は安定的に形成される。それとともに破壊短絡時のエレクトロマイグレーションによる電極の断線を防ぐことが可能になる。そのため、破壊短絡後のON抵抗が安定化される。

【0027】なお、分割した小カソード電極20b、小アノード電極21bの各バリアメタル層22のカバリッジを悪化させるとともに、フィラメントの供給源であるアルミニウムまたはアルミニウム合金からなるアルミニウム系金属層23のカバリッジも悪化する。この問題は、例えば、バリアメタル層22をスパッタリングにより形成した後、300℃～500℃のスパッタリングによって、アルミニウム、アルミニウム合金等のアルミニウム系金属層23を形成することにより解決される。ツェナーザップダイオード1以外の電極は従来と同様の形状に形成することにより、電極端部でのバリアメタル層のカバリッジが確保される。そのため、ツェナーザップダイオード1以外の素子の特性への影響はない。

【0028】次に本発明の第3実施形態の一例を、図5の電極部のレイアウト図によって説明する。

【0029】図5に示すように、逆極性の電極（この図面では、アノード電極21）側に形成された小カソード

電極20bは、破壊短絡時に電流集中を起こし易いように、アノード電極21に向かって細くなる形状として例えば平面視的に三角形に形成されている。また逆極性の電極（この図面では、カソード電極20）側に形成された小アノード電極21bは、破壊短絡時に電流集中を起こし易いように、カソード電極21に向かって細くなる形状として例えば平面視的に三角形に形成されている。なお、上記小カソード電極20b、小アノード電極21bは、上記形状に限定されることはなく、例えば凸形状、台形状等に形成することも可能である。

【0030】上記第3実施形態で説明した形状に小カソード電極20bおよび小アノード電極21bを形成することにより、ツェナーザップダイオードの破壊短絡時には、逆極性の電極側の細く形成された部分に電流集中が起きるので、フィラメントは小カソード電極20bと小アノード電極21b間に形成され易くなる。また、小カソード電極20bのみを上記三角形等に形成しても、また小アノード電極21bのみを上記三角形等に形成しても、三角形に形成された電極から、または三角形に形成された電極に向かって、フィラメントが形成され易くなる。

【0031】なお、上記各実施形態ではNPNトランジスタについて説明したが、PNPトランジスタについても同様である。また上記各実施形態で説明したアノード電極およびカソード電極の各構成は、各電極を形成する開口部のマスク形状を変更することで対応できる。そのため、従来のNPN型トランジスタまたはPNP型トランジスタと同時に、かつトランジスタの製造プロセスにおける工程の追加を行うことなく製作することができる。

【0032】

【発明の効果】以上、説明したように本発明によれば、アノード電極およびカソード電極のうちの少なくとも一方の電極のシリコン層に接続する部分が複数に分割されていて、逆極性の電極に最も近い電極は、他の同極性の電極よりもシリコン層に接続する部分の面積が小さく形成されているので、ツェナーザップダイオードの破壊短絡時にはその部分に大電流が流れてバリアメタル層が破れ易くなる。それによって、破壊短絡時にフィラメントを安定的に形成することができる。よって、破壊短絡後のON抵抗の安定化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態の概略構成図である。

【図2】電極形状の説明図である。

【図3】電極形状の説明図である。

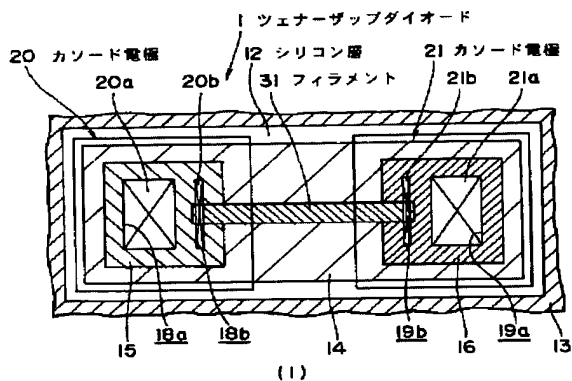
【図4】本発明の第2実施形態に係わる電極部の概略構成断面図である。

【図5】本発明の第3実施形態に係わる電極部のレイアウト図である。

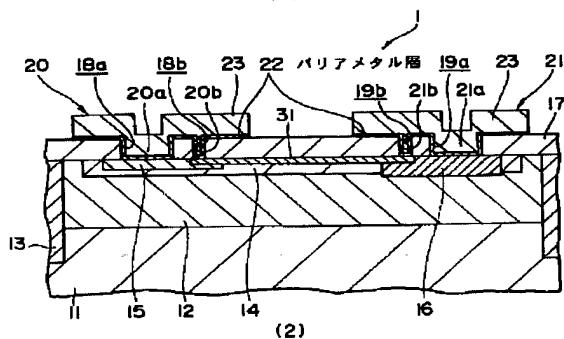
【符号の説明】

- 9  
1 ツェナーザップダイオード    12 シリコン層    \* 21 アノード電極    22 バリアメタル層    31  
20 カソード電極    \*    フィラメント

【図1】



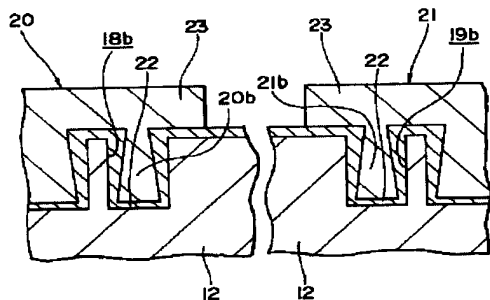
(1)



(2)

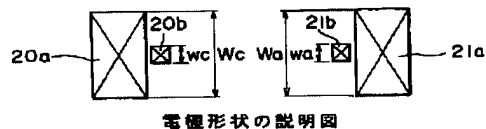
本発明の第1実施形態の概略構成図

【図4】



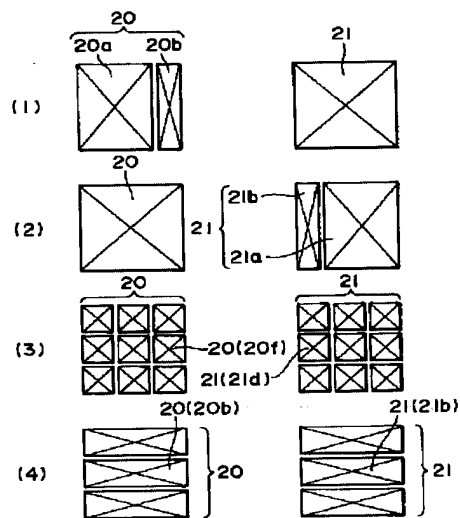
本発明の第2実施形態に係わる電極部の概略構成断面図

【図2】



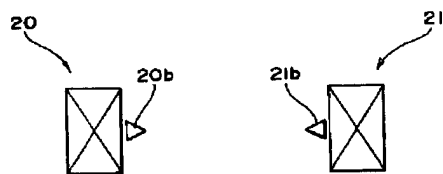
電極形状の説明図

【図3】



電極形状の説明図

【図5】



本発明の第3実施形態に係わる電極部のレイアウト図

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-209472

(43)Date of publication of application : 07.08.1998

(51)Int.Cl.

H01L 29/866

(21)Application number : 09-007118

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 20.01.1997

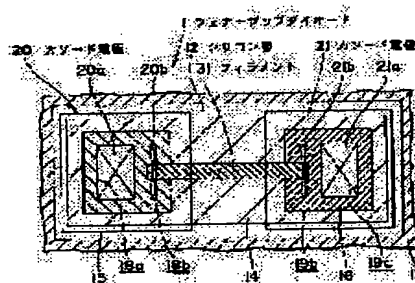
(72)Inventor : OISHI TETSUYA

## (54) ZENER ZAP DIODE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To facilitate breakage of a barrier metal layer by dividing at least one of anode electrode and cathode electrode into a plurality of subparts at a part to be connected with a silicon layer and forming an electrode closest to an electrode of opposite polarity smaller than other electrodes of same polarity at a part to be connected with the silicon layer.

**SOLUTION:** At least one of anode electrode 21 and cathode electrode 20 is divided into a plurality of subparts at a part to be connected with a silicon layer 12 and an electrode closest to an electrode of opposite polarity is formed smaller than other electrodes of same polarity at a part to be connected with the silicon layer 12. When a Zener zap diode is broken down and short-circuited, a high current flows through an electrode having small area at the joint with the silicon layer 12 (cathode electrode 20 formed in the cathode opening 18b of small area) and the anode electrode 21 formed in the anode opening 19b of small area, thus facilitating breakage of a barrier metal layer 22 at that part.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the zener-zap diode which has a barrier metal layer in detail about zener-zap diode.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally the conventional zener-zap diode uses the emitter electrode of an NPN transistor as a cathode electrode, and the base electrode is constituted as an anode electrode. And it is formed like [ the configuration (area) of each electrode opening of an anode electrode and a cathode electrode ] each electrode opening of an NPN transistor. With such a configuration, metal wiring used aluminum or an aluminium alloy. Therefore, in order to make it not degrade the property of an NPN transistor with detailed-izing in recent years, the barrier metal layer is adopted as the lower layer of metal wiring. In order to control the reaction of the aluminum in control of the migration of metal wiring, and the contact part of a component, and silicon as a barrier metal layer, it is common to use a refractory metal system ingredient like acid titanium nitride (TiON). And the configuration of each electrode opening of an NPN transistor is determined so that the hippo ridge of a barrier metal layer may become good. Therefore, it will be formed in a configuration to which the hippo ridge of a barrier metal layer becomes good like [ each electrode opening of zener-zap diode ] each electrode opening of an NPN transistor.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, it is contrary to the principle of the zener-zap diode which aluminum and silicon are made to react and is made to short-circuit between an anode-cathode to form a barrier metal layer in the lower layer of the above-mentioned metal wiring. Zener-zap diode impresses the reverse bias of high electric field between an anode electrode and a cathode electrode, by generation of heat at that time, makes the reaction of aluminum and silicon cause and forms an aluminum filament into the silicon between an anode electrode and a cathode electrode. Moreover, when the barrier metal layer is used for the lower layer of each above-mentioned electrode, an aluminum filament is formed by a barrier metal layer being torn at the time of a destructive short circuit, and aluminum being spread in silicon. However, since a barrier metal layer will stop being torn easily at the time of a destructive short circuit if the hippo ridge of a barrier metal layer is good, formation of an aluminum filament is checked. Therefore, dispersion and the problem that it was not stabilized had occurred [ ON resistance after a destructive short circuit ].

[0004] Moreover, if the area of electrode opening is small formed in order to only worsen the hippo ridge of a barrier metal layer, in order that a dozens of mA high current may flow at the time of the destructive short circuit of zener-zap diode, aluminum or an aluminium alloy will result in an open circuit by electromigration in the polar zone. Then, as a means to form an aluminum filament stably,

THIS PAGE BLANK (USPTO)

although the electrode configuration which electric field tend to concentrate at the time of a destructive short circuit, and the pattern configuration of a diffusion layer were advocated, there was no change in a barrier metal layer checking formation of an aluminum filament, and the effectiveness of the configuration which used the barrier metal layer was inadequate.

[0005]

[Means for Solving the Problem] This invention is the zener-zap diode made in order to solve the above-mentioned technical problem. That is, zener-zap diode makes the aluminum of an electrode, and the silicon of a silicon layer react, forms a filament, and forms a barrier metal layer in the lower layer of this electrode, and the part linked to the silicon layer of one [ at least ] electrode of the electrodes which consist of the anode electrode and cathode electrode of this zener-zap diode is divided into plurality. And the area of the part which connects to a silicon layer the electrode with the part nearest to the electrode of reversed polarity among the electrodes currently divided into plurality linked to a silicon layer rather than the electrode of other like-pole nature is formed small.

[0006] For the above-mentioned zener-zap diode, the part linked to the silicon layer of one [ at least ] electrode of an anode electrode and the cathode electrodes is divided into plurality. The electrode nearest to the electrode of reversed polarity from the area of the part which connects with a silicon layer rather than the electrode of other like-pole nature being formed small A high current flows to an electrode with an area of a connection part with a silicon layer small at the time of the destructive short circuit of zener-zap diode, and a barrier metal layer becomes easy to be torn. Since a filament is stabilized and is formed of it at the time of a destructive short circuit, ON resistance after a destructive short circuit is stabilized. On the other hand, it becomes possible to form the electrode with a large area of a connection part with a silicon layer in the area of the magnitude which can bear the high current at the time of a destructive short circuit among the electrodes currently divided.

[0007]

[Embodiment of the Invention] The outline block diagram of drawing 1 explains an example of the 1st operation gestalt of this invention. This drawing 1 shows a layout pattern to (1), and shows a sectional view to (2). In addition, although (1) of drawing 1 was not a sectional view, in order to make it legible, some component parts were classified by hatching.

[0008] As shown in drawing 1 , on the substrate (for example, silicon substrate of P type) 11 of P type, the silicon layer (for example, silicon layer which carried out epitaxial growth) 12 of N type is formed. The component isolation region 13 which reaches the above-mentioned substrate 11 is formed in the condition of surrounding the formation field of zener-zap diode in this silicon layer 12. The base layer 14 of P type is formed in the upper layer of the silicon layer 12 in the formation field of the above-mentioned zener-zap diode, and it is N+ in the upper layer by the side of the end of the above-mentioned base layer 14. The emitter layer 15 of a mold is formed. Moreover, P+ connected to this base layer 14 at the other end side of this base layer 14 The graft base layer 16 of a mold is formed.

[0009] And the insulator layer 17 is formed in the wrap condition in the above-mentioned silicon layer 12 top. Cathode opening 18a of a large area and cathode opening 18b of small area are formed in the above-mentioned insulator layer 17 on the above-mentioned emitter layer 15. This cathode opening 18b is formed in the anode side rather than cathode opening 18a. Furthermore, anode opening 19a of a large area and anode opening 19b of small area are formed in the above-mentioned insulator layer 17 on the above-mentioned graft base layer 14. This anode opening 19b is formed in the cathode side rather than anode opening 19a.

[0010] Furthermore on the above-mentioned insulator layer 17, the cathode electrode 20 connected to the emitter layer 15 through cathode opening 18a of a large area and cathode opening 18b of small area is formed. The anode electrode 21 connected to the above-mentioned graft base 16 with it through anode opening 19a of the above-mentioned large area and anode opening 19b of small area is formed. That is, small cathode electrode 20b is formed in cathode opening 18b of small area, and small anode electrode

THIS PAGE BLANK (USPTO)

21b is formed in anode opening 19b of small area. Moreover, large cathode electrode 20a is formed in cathode opening 18a of a large area, and large anode electrode 21a is formed in anode opening 19a of a large area. Therefore, both the anode electrode 21 and the cathode electrode 20 are divided into plurality in the part linked to the silicon layer 12.

[0011] And the above-mentioned cathode electrode 20 and the anode electrode 21 are formed in the aluminum system metal layer 23 which formed the barrier metal layer 22 in the lower layer. Thus, the zener-zap diode 1 is constituted.

[0012] In order to carry out the destructive short circuit of the above-mentioned zener-zap diode 1, the silicon of the silicon layer 12 with which the reverse bias of high electric field is impressed between the anode electrode 21 and the cathode electrode 20, and the aluminum of an electrode and base layer 14 grade are formed in it of generation of heat at that time is made to react, and the aluminum filament 31 is made to form between the anode electrode 21 and the cathode electrode 20. Between the anode electrode 21 and the cathode electrodes 20 connects too hastily electrically by the above-mentioned aluminum filament 31 with it.

[0013] Although the width of face of large cathode electrode 20a and the width of face of small cathode electrode 20b are formed identically and the width of face of large anode electrode 21a and the width of face of small anode electrode 21b are identically formed for the above-mentioned zener-zap diode 1 As shown in drawing 2, the width of face  $w_c$  of small cathode electrode 20b may be formed more narrowly than the width of face  $W_c$  of large cathode electrode 20a, and the width of face  $w_a$  of small anode electrode 21b may be formed more narrowly than the width of face  $W_a$  of large anode electrode 21a.

[0014] In this case, the formation direction of a filament becomes that it is easy to be limited between small cathode electrode 20b and small anode electrode 21b.

[0015] Moreover, for the zener-zap diode 1 explained by said drawing 1, although small cathode electrode 20b and small anode electrode 21b were formed in both the anode electrode 21 and the cathode electrode 20, either small cathode electrode 20b or the small anode electrode 21b may be formed.

[0016] For example, as shown in (1) of drawing 3, the cathode electrode 20 may be constituted from large cathode electrode 20a and small cathode electrode 20b, and the anode electrode 21 may consist of one electrode. In addition, at drawing 3 after (1) and (2) of this drawing 3, the layout pattern of a connection part with the silicon layer 12 shows. Moreover, as shown in (2) of drawing 3, the cathode electrode 20 may be constituted from one electrode, and the anode electrode 21 may consist of large anode electrode 21a and small anode electrode 21b. In the above-mentioned case, small cathode electrode 20b and small anode electrode 21b are surely formed in the electrode side of reversed polarity. Thus, by forming, a filament becomes is easy to be formed in the silicon layer between small cathode electrode 20b and small anode electrode 21b at the time of the destructive short circuit of zener-zap diode.

[0017] Furthermore, the division-into-equal-parts rate of the part linked to the silicon layer 12 in both the cathode electrode 20, and anode both [ at least one side or ] 21 may be carried out. For example, as shown in (3) of drawing 3, each part linked to the silicon layer of the cathode electrode 20 and the anode electrode 21 may be formed in three-line three trains in the shape of [ so-called ] a matrix. Limitation is not carried out for this line count and the number of trains to the above-mentioned value. In this case, it is more important for the electrode 20 (20f) nearest to [ in a central train ] the electrode of reversed polarity, for example, a cathode electrode, and the anode electrode 21 (21d) than the electrode of a part with which other like-pole nature was divided that the area of the part linked to a silicon layer is formed small. Thus, by forming, a filament becomes is easy to be formed in inter-electrode [ in which the area of the part which connects with a silicon layer at the time of the destructive short circuit of zener-zap diode is formed small ].

[0018] Or as shown, for example in (4) of drawing 3, each part linked to the silicon layer of the cathode

THIS PAGE BLANK (USPTO)

electrode 20 and the anode electrode 21 may be formed in three-line one train. Limitation is not carried out for this line count to the above-mentioned value. In this case, it is more important for the electrode 20 (20b), for example, the cathode electrode, and the anode electrode 21 (21b) of a central train than the electrode of a part with which other like-pole nature was divided that the area of the part linked to a silicon layer is formed small. Thus, by forming, a filament becomes is easy to be formed in inter-electrode [ in which the area of the part which connects with a silicon layer at the time of the destructive short circuit of zener-zap diode is formed small ].

[0019] For the zener-zap diode 1 which gave [ above-mentioned ] explanation The part linked to the silicon layer 12 of one [ at least ] electrode of the anode electrode 21 and the cathode electrodes 20 is divided into plurality. The electrode nearest to the electrode of reversed polarity From the area of the part which connects with the silicon layer 12 rather than the electrode of other like-pole nature being formed small An electrode with an area of a connection part with the silicon layer 12 small at the time of the destructive short circuit of the zener-zap diode 1, The cathode electrode 20 formed in cathode opening 18b of small area here A high current flows to the anode electrode 21 (henceforth small anode electrode 21b) formed in anode opening 19b of (it is hereafter called small cathode electrode 20b) and small area, and the barrier metal layer 22 of the part becomes easy to be torn. Since a filament 31 is stabilized at the time of a destructive short circuit and is formed of it at it, ON resistance after a destructive short circuit is stabilized.

[0020] On the other hand, it becomes possible to form an electrode with a large area of a connection part with the silicon layer 12, and the cathode electrode 20 (henceforth large cathode electrode 20a) formed in cathode opening 18a of a large area here and the anode electrode 21 (henceforth large anode electrode 21a) formed in anode opening 19a of a large area in the area of the magnitude which can bear the high current at the time of a destructive short circuit among the electrodes currently divided. An open circuit of the electrode by the electromigration at the time of a destructive short circuit is prevented by it.

[0021] Moreover, since the above-mentioned zener-zap diode 1 is making the same configuration as an NPN transistor, it is possible for manufacturing this zener-zap diode 1 and NPN transistor to coincidence.

[0022] Next, the outline configuration sectional view of the polar zone of drawing 4 explains an example of the 2nd operation gestalt of this invention.

[0023] The zener-zap diode of this 2nd operation gestalt worsens the hippo ridge of the barrier metal layer of the electrode nearest to the electrode of reversed polarity among the electrodes with which the part linked to the silicon layer 12 is divided in the zener-zap diode 1 explained by said drawing 1 . That is, as shown in drawing 4 , the electrode with which the part linked to the silicon layer 12 is divided is formed in the condition that the barrier metal layer 22 of small cathode electrode 20b nearest to the anode electrode 21 which is an electrode of reversed polarity worsened the hippo ridge rather than the barrier metal layer of electrodes other than this zener-zap diode 1 (illustration abbreviation) if it is the cathode electrode 20.

[0024] Moreover, the electrode with which the part linked to the silicon layer 12 is divided is formed in the condition that the barrier metal layer 22 of small anode electrode 21b nearest to the cathode electrode 20 which is an electrode of reversed polarity worsened the hippo ridge like the above rather than the barrier metal layer of electrodes other than this zener-zap diode 1 (illustration abbreviation) if it is the anode electrode 21.

[0025] Usually, the barrier metal layer 22 is formed of sputtering. therefore, the facet in which small cathode electrode 20b and small anode electrode 21b are formed -- cathode opening 18b of a product, and a facet -- it becomes possible by making small the diameter of opening of anode opening 19b of a product to worsen the hippo ridge of the barrier metal layer 22 formed in each opening circles. It becomes possible to worsen the hippo ridge of the part of the barrier metal layer 22 especially formed in the angle of the pars basilaris ossis occipitalis of each opening. And the more the diameter of opening

THIS PAGE BLANK (USPTO)



becomes small, the more the hippo ridge of the barrier metal layer 22 of the part can be worsened. The minimum becomes each opening with the magnitude in which the embedding of the aluminum system metal layer 23 is possible.

[0026] Thus, it becomes the barrier metal layer 22 easily destroyed by the high current at the time of a destructive short circuit by worsening the hippo ridge of the barrier metal layer 22, and forming small cathode electrode 20b and small anode electrode 21b. Therefore, it becomes possible to reconcile large cathode electrode 20a which has the connection area of small hippo ridge electrode 20b which the barrier metal layer 22 is destroyed by the above-mentioned high current, and can form a filament 31 according to it, small anode electrode 21b, and the silicon layer which can bear the high current, and large anode electrode 21a, and to form. Of this, since the barrier metal layer 22 becomes easy to be torn at the time of the destructive short circuit of the zener-zap diode 1, a filament (illustration abbreviation) is formed stably. It becomes possible to prevent an open circuit of the electrode by the electromigration at the time of a destructive short circuit with it. Therefore, ON resistance after a destructive short circuit is stabilized.

[0027] In addition, while worsening the hippo ridge of each barrier metal layer 22 of divided small cathode electrode 20b and small anode electrode 21b, the hippo ridge of the aluminum system metal layer 23 which consists of the aluminum or the aluminium alloy which is the source of supply of a filament also gets worse. After this problem forms the barrier metal layer 22 by sputtering, it is solved by 300 degrees C - 500 degrees C sputtering by forming the aluminum system metal layers 23, such as aluminum and an aluminium alloy. By forming electrodes other than zener-zap diode 1 in the same configuration as usual, the hippo ridge of the barrier metal layer in an electrode edge is secured. Therefore, there is no effect of the property on components other than zener-zap diode 1.

[0028] Next, the layout pattern of the polar zone of drawing 5 explains an example of the 3rd operation gestalt of this invention.

[0029] As shown in drawing 5, small cathode electrode 20b formed in the electrode (this drawing anode electrode 21) side of reversed polarity considers as the configuration which becomes thin toward the anode electrode 21, for example, is formed in the shape of a triangle in plane view so that it may be [ current concentration ] easy a lifting at the time of a destructive short circuit. Moreover, small anode electrode 21b formed in the electrode (this drawing cathode electrode 20) side of reversed polarity considers as the configuration which becomes thin toward the cathode electrode 21, for example, is formed in the shape of a triangle in plane view so that it may be [ current concentration ] easy a lifting at the time of a destructive short circuit. In addition, it is not limited to the above-mentioned configuration, for example, above-mentioned smallness cathode electrode 20b and small anode electrode 21b can also be formed in a convex configuration, trapezoidal shape, etc.

[0030] Since current concentration occurs in the part thin [ of reversed polarity / electrode ] and formed at the time of the destructive short circuit of zener-zap diode by forming small cathode electrode 20b and small anode electrode 21b in the configuration where it explained with the above-mentioned 3rd operation gestalt, a filament becomes that it is easy to be formed between small cathode electrode 20b and small anode electrode 21b. Moreover, whether it forms only small cathode electrode 20b in the shape of [ above-mentioned ] a triangle etc. or forms only small anode electrode 21b in the shape of [ above-mentioned ] a triangle etc., a filament becomes is easy to be formed toward the electrode formed in the shape of a triangle from the electrode formed in the shape of a triangle.

[0031] In addition, although each above-mentioned operation gestalt explained the NPN transistor, the same is said of a PNP transistor. Moreover, each configuration of the anode electrode explained with each above-mentioned operation gestalt and a cathode electrode can respond by changing the mask shape of opening which forms each electrode. Therefore, simultaneously with the conventional NPN mold transistor or an PNP mold transistor, it can manufacture, without adding the process in the manufacture process of a transistor.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0032]

[Effect of the Invention] As mentioned above, as explained, the part which connects with the silicon layer of one [ at least ] electrode of an anode electrode and the cathode electrodes according to this invention is divided into plurality, since the area of the part which connects the electrode nearest to the electrode of reversed polarity to a silicon layer rather than the electrode of other like-pole nature is formed small, at the time of the destructive short circuit of zener-zap diode, a high current flows into the part, and a barrier metal layer becomes easy to be torn. By it, a filament can be stably formed at the time of a destructive short circuit. Therefore, stabilization of ON resistance after a destructive short circuit can be attained.

---

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Zener-zap diode characterized by dividing into plurality the part which connects with said silicon layer of one [ at least ] electrode of said electrodes which consist of the anode electrode and cathode electrode of said zener-zap diode in the zener-zap diode which the aluminum of an electrode and the silicon of a silicon layer were made to react, forms a filament, and formed the barrier metal layer in the lower layer of said electrode.

[Claim 2] The electrode with the part nearest to the electrode of reversed polarity among the electrodes currently divided into plurality which connects with said silicon layer in zener-zap diode according to claim 1 is zener-zap diode characterized by forming small the area of the part which connects with said silicon layer rather than the electrode of other like-pole nature.

[Claim 3] The hippo ridge of the barrier metal layer in an electrode with the part nearest to the electrode of reversed polarity among the electrodes currently divided into plurality which connects with said silicon layer in zener-zap diode according to claim 1 is zener-zap diode characterized by being formed in the condition of having made it getting worse rather than the hippo ridge of the barrier metal layer of electrodes other than said zener-zap diode.

[Claim 4] The hippo ridge of the barrier metal layer in an electrode with the part nearest to the electrode of reversed polarity among the electrodes currently divided into plurality which connects with said silicon layer in zener-zap diode according to claim 2 is zener-zap diode characterized by being formed in the condition of having made it getting worse rather than the hippo ridge of the barrier metal layer of electrodes other than said zener-zap diode.

[Claim 5] The electrode with the part nearest to the electrode of reversed polarity among the electrodes currently divided into plurality which connects with said silicon layer in zener-zap diode according to claim 1 is zener-zap diode characterized by being formed in the configuration to which the part linked to said silicon layer becomes thin toward the electrode of reversed polarity.

[Claim 6] The electrode with the part nearest to the electrode of reversed polarity among the electrodes currently divided into plurality which connects with said silicon layer in zener-zap diode according to claim 2 is zener-zap diode characterized by being formed in the configuration to which the part linked to said silicon layer becomes thin toward the electrode of reversed polarity.

[Claim 7] The electrode with the part nearest to the electrode of reversed polarity among the electrodes currently divided into plurality which connects with said silicon layer in zener-zap diode according to claim 3 is zener-zap diode characterized by being formed in the configuration to which the part linked to said silicon layer becomes thin toward the electrode of reversed polarity.

[Claim 8] The electrode with the part nearest to the electrode of reversed polarity among the electrodes currently divided into plurality which connects with said silicon layer in zener-zap diode according to claim 4 is zener-zap diode characterized by being formed in the configuration to which the part linked to said silicon layer becomes thin toward the electrode of reversed polarity.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

---

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)



\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

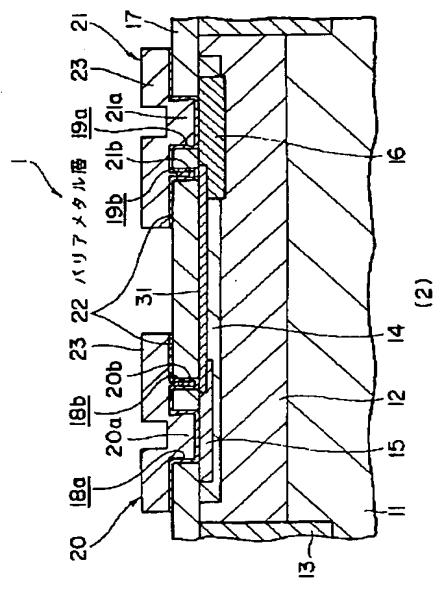
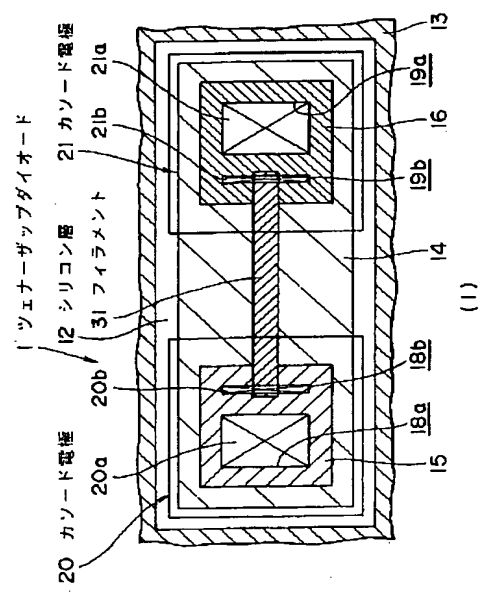
---

DRAWINGS

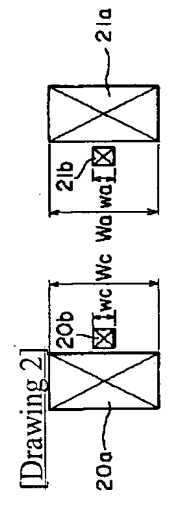
---

[Drawing 1]

THIS PAGE BLANK (USPTO)



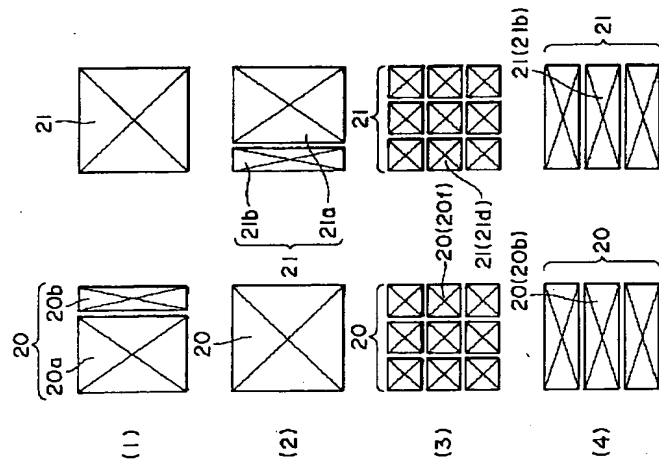
本発明の第1実施形態の概略構成図



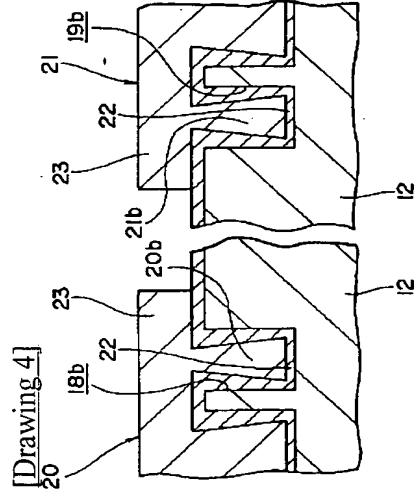
電極形状の説明図

[Drawing 3]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

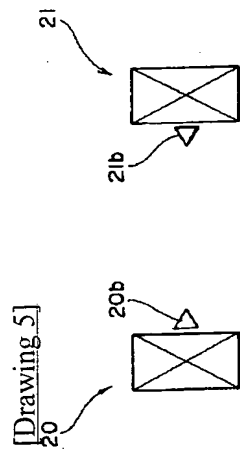


電極形状の説明図



本発明の第2実施形態に係る電極部の概略構成断面図

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



本発明の第3実施形態に係わる電極部のレイアウト図

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)